

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 31 06 962 A 1

⑤ Int. Cl. 3:  
B 05 B 1/26  
B 01 F 3/02  
B 01 F 5/20

⑳ Aktenzeichen:  
㉔ Anmeldetag:  
㉕ Offenlegungstag:

P 31 06 962.2-52  
25. 2. 81  
9. 9. 82

*Lechler*  
Eigentum

DE 31 06 962 A 1

㉑ Anmelder:  
Lechler GmbH & Co KG, 7012 Fellbach, DE

㉒ Erfinder:  
Junger, Martin, Dipl.-Phys., 7441 Grafenberg, DE;  
Nieuwkamp, Wolfgang, Dipl.-Ing., 7442 Kappishäusern, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉓ Zweistoff-Zerstäubungsdüse

Eine Zweistoff-Zerstäubungsdüse weist ein Gehäuse (10) mit einer Gaszuführung (13), einer Flüssigkeitszuführung (14) und mit einer Mischzone (11) für die Komponenten Flüssigkeit und Gas auf. In seiner Längsmittellachse (15) ist die Mischzone (11) von einem sich gegenüber dem Düsenaustritt (12) tellerartig verbreiternden stangenförmigen Einsatz (16) durchsetzt. Hierbei wird das düsenaustrittsseitige Ende des Gehäuses (10) unter Bildung eines etwa radialen ringspaltförmigen Düsenaustrittsschlitzes (23) abgedeckt. Innerhalb der Mischzone (11), zumindest aber vor Erreichen des Düsenaustritts (12), ist mindestens eine nach dem Laval-Prinzip ausgebildete konvergent/divergente Rohrstrecke (20, 29; 25, 24) vorgesehen. Hierdurch wird innerhalb des Düsengehäuses (10) zunächst das Gas und – insbesondere wenn hinter der Flüssigkeitszuführung (14) noch eine zweite konvergent/divergente Rohrstrecke (25, 24) vorgesehen ist – auch das Gas-Flüssigkeits-Gemisch auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt. So wird eine Zweistoff-Zerstäubungsdüse geschaffen, die einen genügend großen Strahlwinkel besitzt, feine Tropfen liefert, verschmutzungsunempfindlich ist, ein nur geringes Gas-Flüssigkeits-Verhältnis benötigt, verschleißarm arbeitet und verstopfungsunempfindlich ist. (31 06 962)

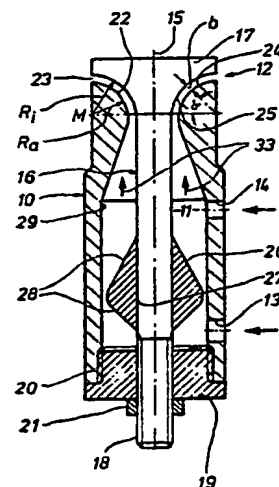


Fig. 1

DE 31 06 962 A 1

3106962

PATENTANWALT

3106962

DIPL.-ING. DIETRICH G. SCHEFFLER

EUROPEAN PATENT ATTORNEY

Patentanmeldung

FURTWANGLENSTRASSE 81  
7000 STUTTGART 1 (BOTNANG)  
TELEFON (0711) 69 59 56

AB 38 - S/ab.

7.1.1981

Anmelder: Lechler GmbH & Co. KG, 7012 Fellbach

ZWEISTOFF-ZERSTÄUBUNGSDÜSE

Patentansprüche

1.

Zweistoff-Zerstäubungsdüse, insbesondere zur Abgasbehandlung und/oder -kühlung, z. B. in Müllverbrennungsanlagen, mit einem Gehäuse, dem einerseits die zu zerstäubende Flüssigkeit (z. B. Wasser), andererseits das die Zerstäubung bewirkende Gas (z. B. Luft) zugeführt wird, wobei im Gehäuse ein oder mehrere Einsätze zur Führung und Mischung des Gases und/oder des Gas-Flüssigkeits-Gemisches angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß das zylindrisch oder im wesentlichen zylindrisch ausgebildete Gehäuse (10) eine Mischzone (11) für die Komponenten Flüssigkeit, Gas aufweist, die in ihrer Längsmittelachse (15) von einem stangenförmigen Einsatz (16) durchsetzt ist, der sich gegenüber dem Düsenaustritt (12) tellerartig verbreitert (17) derart, daß er das düsenaustrittsseitige Ende des Gehäuses unter Bildung eines etwa radialen, ringspaltförmigen Düsenaustrittsschlitzes (23) abdeckt, und daß innerhalb der Mischzone (11), zumindest aber vor Erreichen des Düsenaustritts (12), eine oder mehrere nach dem Laval-Prinzip ausgebildete konvergent/divergente Rohrstrecken (mit den Begrenzungsflächen 28, 29 bzw. 16, 31 bzw. 25a, 24a) vorgesehen sind.

- 2 -

2. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Mischzone (11) - zwischen Gaszuführung (13) und Flüssigkeitszuführung (14) - ein derart ausgebildeter rotationssymmetrischer Einsatz (26, 30) konzentrisch zu dem stangenförmigen Einsatz (16) angeordnet ist, daß das den rotationssymmetrischen Einsatz (26 bzw. 30) durch- bzw. umströmende Gas im Bereich des rotationssymmetrischen Einsatzes (26, 30) und das Gas-Flüssigkeits-Gemisch am Düsenaustritt (12) mindestens Schallgeschwindigkeit erreichen.
3. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der rotationssymmetrische Einsatz (26) etwa doppelkegelstumpfförmig mit voneinander abgewandten Spitzen und abgerundeter Übergangszone ausgebildet und auf dem stangenförmigen Einsatz (16) befestigt ist und daß durch die Wandung (29) der Mischzone (11) einerseits und durch die Außenfläche (28) des rotationssymmetrischen Einsatzes (26) andererseits ein ringförmiger Durchtrittskanal für das Gas nach dem Laval-Prinzip gebildet wird (Fig. 1).
4. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der rotationssymmetrische Einsatz (30) außen zylinderförmig und innen nach Art einer Lavaldüse ausgebildet ist (Fläche 31), wobei die Lavaldüse von dem stangenförmigen Einsatz (16) unter Bildung eines ringförmigen Durchtrittskanals für das Gas mittig durchsetzt wird und daß der rotationssymmetrische Einsatz (30) mit seiner zylindrischen Mantelfläche (32) an der entsprechend zylindrischen Wandung (29) des Gehäuses (10) anliegt und befestigt ist (Fig. 2).
5. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zunächst zylindrisch ausgebildete Mischzone (11) sich bis zur Umlenkzone (22) des Gas-Flüssigkeits-Gemisches konisch verengt.

- 3 - 25.00.81

6. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die düsenaustrittsseitige rotationssymmetrische Umlenkfläche (24, 24a) des Gehäuses (10, 10a) im Längsschnitt gekrümmt, vorzugsweise teilkreisbogenförmig, ausgebildet ist.
7. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die düsenaustrittsseitige rotationssymmetrische Übergangsfläche (25, 25a) des stangenförmigen Einsatzes (16) zu seiner tellerförmigen Verbreiterung (17) im Längsschnitt gekrümmt, vorzugsweise teilkreisbogenförmig, ausgebildet ist.
8. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Krümmungen der Umlenkfläche (24, 24a) des Gehäuses (10, 10a) und der Übergangsfläche (25, 25a) des stangenförmigen Einsatzes (16) über einen Winkel ( $\alpha$ ) von mindestens  $30^\circ$ , vorzugsweise größer als  $60^\circ$ , erstrecken.
9. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmungsmittelpunkte der Umlenkfläche (24) des Gehäuses (10) und der zugeordneten Übergangsfläche (25) des stangenförmigen Einsatzes (16) jeweils in einem Punkt (M) zusammenfallen, derart, daß Umlenkzone (22) und Düsenaustritt (23) durch einen Ringspalt mit konstanter lichter Weite (b) gebildet werden (Fig. 1 und 2).

10. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 6, 7 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmungen der Umlenkfläche (24, 24a) des Gehäuses (10, 10a) und der Übergangsfläche (25, 25a) des stangenförmigen Einsatzes (16) zu seiner tellerförmigen Verbreiterung (17) jeweils viertelkreisförmig ausgebildet sind.
11. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 6, 7, 8 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmungsmittelpunkte (M, M') der Umlenkfläche (24a) des Gehäuses (10a) und der zugeordneten Übergangsfläche (25a) des stangenförmigen Einsatzes (16) in Längsrichtung des Gehäuses (10a) jeweils um einen Betrag (S) gegeneinander versetzt sind, derart, daß Umlenkzone (22a) und Düsenaustritt (23a) durch einen Ringspalt mit sich bis zum Düsenaustrittsschlitz (23a) kontinuierlich verkleinernder lichter Weite ( $b_{\max}$  bis  $b_{\min}$ ) gebildet werden (Fig. 3).
12. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach einem oder mehreren der Ansprüche 6-11, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsamen oder in Längsrichtung zueinander versetzten Krümmungsmittelpunkte (M bzw. M und M') der Umlenkfläche (24, 24a) des Gehäuses (10, 10a) und der zugeordneten Übergangsfläche (25, 25a) des stangenförmigen Einsatzes (16) jeweils an der äußeren Mantelfläche des Gehäuses (10, 10a) liegen. (Fig. 3).
13. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der stangenförmige Einsatz (16) gegen Federwiderstand (34) in Längsrichtung (33) verstellbar bzw. einstellbar ausgebildet ist (Fig. 4).
14. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der stangenförmige Einsatz (16) in Abhängigkeit vom jeweiligen Durchsatz selbsttätig verstellbar bzw. einstellbar ist.

15. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zu zerstäubende Flüssigkeit erst unmittelbar (bei 57) dem als konvergent/divergente Rohrstrecke ausgebildeten ringspaltförmigen Düsenaustrittsschlitz (23b) durch einen den Düseninnenraum konzentrisch umgebenden Ringkanal (54) zugeführt wird (Fig. 7).
16. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Düsengehäuse (10b) einen axialen Anschluß (bei 47) für das gasförmige Medium und einen radialen oder im wesentlichen radialen Anschluß ( bei 40) für die zu zerstäubende Flüssigkeit aufweist.
17. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Düsengehäuse (10 b) einen axial in dasselbe eingeschraubten, zur Zuführung des gasförmigen Mediums (bei 47) dienenden Einsatz (43) konzentrisch umschließt, derart, daß sich zwischen Einsatz (43) und Düsengehäuse (10 b) ein Ringkanal (54) erstreckt, dem die zu zerstäubende Flüssigkeit radial oder im wesentlichen radial von außen zugeführt wird (53).
18. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 15, 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (43) eine Zwischenwand (48) mit mehreren konzentrisch um die Düsengehäuse-Mittelachse herum angeordneten Durchtrittsbohrungen (49) für das gasförmige Medium aufweist, und daß in einer zentralen Gewindebohrung (50) der Zwischenwand (48) mittels eines Gewindezapfens (52) ein Teller (51) eingeschraubt ist, dessen Schrägfläche (56) zusammen mit dem vorderen Abschluß (58) des Düsengehäuses (10 b) den als konvergent-divergente Strecke ausgebildeten Düsenaustrittsschlitz (23 b) für das Gas-Flüssigkeits-Gemisch bildet.

19. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach Anspruch 15, 16, 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß sich - unmittelbar vor dem Düsenaustrittsschlitz (23 b) - zwischen dem abgeschrägten vorderen Ende (55) des Einsatzes (43) und der Schrägfläche (56) des Tellers (51) ein als konvergent-divergente Strecke ausgebildeter Ringspalt für das gasförmige Medium erstreckt.
20. Zweistoff-Zerstäubungsdüse nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 - 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Düsengehäuse (10 b) einen seitlich angegossenen Stutzen (39) besitzt, der ein Innengewinde (40) für einen Flüssigkeitsanschluß und der eine Flüssigkeitsbohrung (53) aufweist, die in den Ringkanal (54) einmündet.

- 7 - 25.10.81

Die Erfindung bezieht sich auf eine Zweistoff-Zerstäubungsdüse, insbesondere zur Abgasbehandlung und/oder -kühlung in Müllverbrennungsanlagen, mit einem Gehäuse, dem einerseits die zu zerstäubende Flüssigkeit (z. B. Wasser), andererseits das die Zerstäubung bewirkende Gas (z. B. Luft) zugeführt wird, wobei im Gehäuse ein oder mehrere Einsätze zur Führung und Mischung des Gases und/oder des Gas-Flüssigkeits-Gemisches angeordnet sind.

Düsen der vorbezeichneten Art kommen häufig in Kühltürmen und bei der Abgasbehandlung in Müllverbrennungsanlagen zur Anwendung. Andere Einsatzgebiete sind aber selbstverständlich ebenfalls denkbar. Die Zweistoff-Zerstäubungsdüsen dienen bei den eingangs genannten Anwendungsgebieten insbesondere zur Einspritzung von Wasser, gegebenenfalls mit Zusatz von Natronlauge, oder zur Einspritzung von Kalkmilch zur Neutralisierung von Salzsäure im Abgas, wobei gleichzeitig eine Abgaskühlung erfolgt.

Für die genannten Zwecke ist es bekannt, Zweistoff-Hohlkegel- oder -Vollkegeldüsen einzusetzen, die üblicherweise einen Strahlwinkel bis etwa  $60^\circ$  haben. Durch die DE-OS 26 27 880 sind Zweistoffdüsen bekanntgeworden, die durch einen Drucksprung am Düsenaustritt das mit Schallgeschwindigkeit austretende Wasser-Luft-Gemisch zerstäuben. Ähnliche, nach dem Laval-Prinzip (Überschall) arbeitende Zerstäubungsdüsen für ein Luft-Wasser-Gemisch sind durch die DE-AS 28 43 408 bekanntgeworden. Der wesentliche Nachteil dieser bekannten Zweistoff-Zerstäubungsdüsen ist in dem sehr kleinen Strahlwinkel zu sehen. Im einzelnen treten folgende Probleme auf:

Bei den eingangs genannten Anwendungsgebieten werden die Zerstäubungsdüsen normalerweise nach oben sprühend eingebaut, während das zu behandelnde Gas, z. B. Abgas, von oben nach unten oder von unten nach oben strömt. Die Flüssigkeitstropfen fallen aber zum Teil wieder auf die Düse zurück bzw. das Gas mit seinen Bestandteilen trifft die Düsenaustrittsseite. Dabei treten je

nach den in den Gasen enthaltenen Bestandteilen Anbackungen auf, die beim Düsenprinzip mit äußerer Mischung von Gas und Wasser die Vermischung behindern, ja häufig sogar verhindern.

Bei dem kegelförmigen Strahlbild der bekannten Zweistoff-Zerstäubungsdüsen treten ferner die kegelinneren Tropfen nicht oder nur sehr wenig in Kontakt mit dem zu behandelnden Gas, was sich dahingehend nachteilig auswirkt, daß keine ausreichende oder gleichmäßige Reinigung bzw. Kühlung bzw. chemische Reaktion des zu behandelnden Gases erfolgt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Düse der eingangs bezeichneten Art zu schaffen, die einen genügend großen Strahlwinkel besitzt, feine Tropfen liefert, verschmutzungsunempfindlich ist, ein nur geringes Gas-Flüssigkeits-Verhältnis benötigt, verschleißarm arbeitet und verstopfungsunempfindlich ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe und vermeidet damit die geschilderten Nachteile im wesentlichen dadurch, daß das zylindrisch oder im wesentlichen zylindrisch ausgebildete Gehäuse eine Mischzone für die Komponenten Flüssigkeit, Gas aufweist, die in ihrer Längsmittelachse von einem stangenförmigen Einsatz durchsetzt ist, der gegenüber dem Düsenaustritt, tellerartig verbreitert, derart, daß er das düsenaustrittsseitige Ende des Gehäuses unter Bildung eines etwa radialen, ringspaltförmigen Düsenaustrittsschlitzes abdeckt, und daß innerhalb der Mischzone, zumindest aber vor Erreichen des Düsenaustritts, eine oder mehrere nach dem Laval-Prinzip ausgebildete konvergent/divergente Rohrstrecken vorgesehen sind.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß bei geringerem Gasverbrauch eine wesentlich feinere Zerstäubung der Flüssigkeit erfolgt. Durch die Mischkammer innerhalb des länglich ausgebildeten Gehäuses wird verhindert, daß eine

- 4 - 25.03.61

Mischung der beiden Medien erst außerhalb des Düsenaustrittes erfolgt. Der stangenförmige Einsatz mit tellerförmigem Ende ermöglicht eine sehr feine Zerstäubung bei maximalen Strahlwinkeln (bis zur kreisförmig radialen Abstrahlung). Dies bedeutet einmal eine gleichmäßige Abdeckung der gesamten Kaminquerschnittsfläche (bei der Abgasbehandlung in Müllverbrennungsanlagen) durch den Flüssigkeitsstrahl, wodurch ein rascher, gezielter Austausch mit dem Gas erreicht wird. Die erfindungsgemäße radiale Zerstäubung mit gutem Kontakt zwischen Tröpfchen und Abgas verhindert einseitige Häufungen von Tröpfchen in bestimmten Bereichen des Gasstromes. Vielmehr sind die Flüssigkeitströpfchen bei der erfindungsgemäßen Zweistoff-Zerstäubungsdüse gleichmäßig im Gasstrom verteilt. Dadurch ist eine rasche, intensive und gleichmäßige Abgasbehandlung bzw. -kühlung zu erreichen. Des weiteren wirkt sich die radiale oder nahezu radiale Abstrahlung der erfindungsgemäßen Düse dahingehend vorteilhaft aus, daß die Düse verschmutzungs- und verstopfungsunempfindlich ist, weil auf den Düsenaustritt zurückfallende Tröpfchen die radial endende Düsenaustrittsöffnung nicht verstopfen können. Die erfindungsgemäße Düse arbeitet außerdem verschleißarm, was sich insbesondere dann sehr vorteilhaft auswirkt, wenn man der Flüssigkeit statt, wie bisher, Natronlauge nunmehr Kalkmilch zu-setzt. Kalkmilch ist an sich ein verschleißverursachendes Medium, da es kleine kristalline Partikel enthält, die schleifend wirken. Verschleißvermindernd wirken sich hier die glatten und abgerundeten Flächen der erfindungsgemäßen Düse aus.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Düse besteht darin, daß diese insgesamt, d. h. sowohl Gehäuse wie auch stangenförmiger Einsatz, einschließlich tellerförmiger Verbreiterung, in einem Arbeitsgang, beispielsweise auf NC-Maschinen, gefertigt werden kann. Durch die einfache Herstellbarkeit ergeben sich erhebliche Kostenvorteile.

Die Erfindung ist nun anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung veranschaulicht und nachstehend näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 eine Ausführungsform einer Zweistoff-Zerstäubungsdüse, im Längsschnitt
- Fig. 2 eine andere Ausführungsform einer Zweistoff-Zerstäubungsdüse, in Schnittdarstellung entsprechend Fig. 1,
- Fig. 3 eine weitere Ausführungsform einer Zweistoff-Zerstäubungsdüse, in teilweiser Längsschnittdarstellung (nur Düsenaustritt),
- Fig. 4 eine Möglichkeit einer manuellen und/oder automatischen Verstellung des Düsenaustritts, in Längsschnittdarstellung entsprechend Fig. 1 und 2,
- Fig. 5 in Diagrammdarstellung, die Strömungsquerschnittsfläche im Umlenkbereich des Düsenaustritts in Abhängigkeit vom jeweiligen Umlenkwinkel (bei  $\alpha = 0 - 90^\circ$ ), bezogen auf eine Ausführungsform entsprechend Fig. 3,
- Fig. 6 ein Diagramm, entsprechend Fig. 5, bei Düsenaustrittsverhältnissen gemäß Ausführungsform nach Fig. 1 und 2, und
- Fig. 7 eine weitere Ausführungsform einer Zweistoff-Zerstäubungsdüse, hälftig im Längsschnitt, hälftig in Ansicht.

Nach Fig. 1 und 2 bezeichnet 10 das zylindrisch ausgebildete Gehäuse einer Zweistoff-Zerstäubungsdüse. Das Gehäuse 10 weist

innen einen zunächst ebenfalls zylindrischen Hohlraum 11 auf, der sich zum Düsenaustritt 12 hin konisch verengt. Der Hohlraum 11 dient als Mischzone für zwei der Düse zugeführte Komponenten, von denen die eine gasförmig und die andere flüssig ist, z. B. Wasser und Luft. Die gasförmige Komponente, z. B. Luft, wird der Mischzone 11 bei 13 zugeleitet, wohingegen die Zuführung der flüssigen Komponente, z. B. Wasser, bei 14 erfolgt. Wie weiterhin aus Fig. 1 und 2 hervorgeht, ist das Gehäuse 10 zentrisch, d. h. coaxial zu seiner Mittelachse 15, von einem stangenförmigen Einsatz 16 durchsetzt, der sich an seinem düsenseitigen Ende 17 tellerförmig erweitert und damit den Düsenaustritt 12 stirnseitig überdeckt. An seinem rückwärtigen Ende weist der stangenförmige Einsatz 16 ein Gewinde 18 auf, mittels dessen er in einer Mutter 19 fixiert ist. Die Mutter 19 ist bei 20 mit dem Gehäuse 10 verschraubt und bildet zugleich den deckelartigen rückwärtigen Abschluß des Gehäuses 10.

Auf das Gewinde 18 am rückwärtigen Ende des stangenförmigen Einsatzes ist eine Kontermutter 21 aufgeschraubt.

Fig. 1 veranschaulicht weiterhin, daß bei den Ausführungsformen nach Fig. 1 und 2 sich die Geometrie des Düsenaustritts 12 als eine im Längsschnitt viertelkreisförmige Umlenkzone 22 darstellt, die in den eigentlichen, mit 23 bezifferten, radial gerichteten Düsenaustrittsschlitz einmündet. Die im Längsschnitt viertelkreisförmige Umlenkzone 22, die im Querschnitt Ringform aufweist, wird hierbei gebildet durch eine entsprechend kreisbogenförmig gekrümmte Fläche 24 mit einem Radius  $R_a$  des Düsengehäuses 10 und eine ebenfalls kreisbogenförmig gekrümmte Fläche 25 mit einem Radius  $R_i$  des stangenförmigen Einsatzes 16. Die beiden Krümmungsradien  $R_a$  und  $R_i$  haben einen gemeinsamen Mittelpunkt M, so daß die lichte Weite des Düsenaustritts 12, einschließlich der gesamten Umlenkzone 22, über dem gesamten Umlenkwinkel von  $\alpha = 0^\circ$  bis  $\alpha = 90^\circ$  eine konstante lichte Weite aufweist. Selbstverständlich

ändert sich aber hierbei in Abhängigkeit vom Umlenkwinkel  $\alpha$  der Durchtrittsquerschnitt A der Umlenkzone 22 bis zum eigentlichen Düsenaustrittsschlitz 23, d. h. er vergrößert sich gleichmäßig bis zu einem Maximum. Diese Abhängigkeit ist in Fig. 6 in Diagrammform dargestellt.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 ist nun im hinteren (d. h. in der Zeichnung im unteren) Teil der Mischzone 11 ein im Querschnitt doppelt konischer rotationssymmetrischer Einsatz 26 angeordnet. Der Einsatz 26 besitzt eine zentrische Bohrung 27, mittels derer er auf dem stangenförmigen Einsatz 16 befestigt, z. B. aufgeschraubt ist. Durch die doppelt konische Umfangsfläche 28 des rotationssymmetrischen Einsatzes 26 einerseits und die Innenwandung 29 des Gehäuses 10 bzw. der Mischzone 11 andererseits ergibt sich in dem betreffenden Bereich eine nach dem Laval-Prinzip ausgebildete konvergent/divergente Rohrstrecke, durch die das bei 13 zugeführte gasförmige Medium auf Überschallgeschwindigkeit, d. h. mehr als ca. 340 m/s, beschleunigt wird.

Eine andere Variante zur Erzeugung einer Gasströmung mit Überschallgeschwindigkeit zeigt Fig. 2. Auch hier ist innerhalb der Mischzone 11 ein rotationssymmetrischer Einsatz, mit 30 beziffert, angeordnet, der jedoch von dem Einsatz 26 nach Fig. 1 dahingehend abweicht, daß er selbst als Lavaldüse ausgebildet ist. Der lavaldüsenförmige, ebenfalls rotationssymmetrische Durchtrittskanal des Einsatzes 30 ist mit 31 bezeichnet. An seinem Außenumfang 32 ist der Einsatz zylinderförmig mit einem Durchmesser entsprechend dem Innendurchmesser der Mischzone 11 gestaltet und an der Innenwandung 29 der Mischzone 11 befestigt. Das lavaldüsenförmig gestaltete Innere 31 des Einsatzes 30 wird von dem stangenförmigen Einsatz 16 durchsetzt. Auch bei dieser Ausführungsform ergibt sich wieder für das bei 13 zugeführte gasförmige Medium eine nach dem Laval-Prinzip ausgebildete konvergent/divergente Rohrstrecke, durch die das gasförmige Medium innerhalb der Mischzone 11 auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt wird.

Nach Zuführung der Flüssigkeitskomponente bei 14 ergibt sich dadurch - bei beiden Ausführungsformen (Fig. 1 und 2) - am Düsenaustrittsschlitz 23 für das Gas-Flüssigkeits-Gemisch ebenfalls Überschallgeschwindigkeit (größer 30 - 60 m/s).

Die Erfindung ist jedoch keineswegs beschränkt auf die in Fig. 1 und 2 gezeigte viertelkreisförmige Ausbildung der Umlenkzone 22 - 24 bis zum Düsenaustrittsschlitz 23. Vielmehr sind - je nach speziellem Anwendungsfall - auch kleinere oder größere Umlenkwinkel als  $90^\circ$  denkbar. (Im Falle  $\alpha$  größer oder kleiner  $90^\circ$  würde sich z. B. ein Hohlkegelstrahl ergeben). Auch können die Umlenkflächen 24, 25 andersartig, d. h. abweichend von der in Fig. 1 und 2 gezeigten Kreisbogenform (im Längsschnitt gesehen) gekrümmt sein. Denkbar sind z. B. auch Ausbildungen der Flächen 24, 25 als Rotations-Ellipsoide, -Hyperboloide, -Paraboloide u. a. m.. Die bei den Ausführungsformen nach Fig. 1 und 2 gewählte Teilkreisform (im Längsschnitt gesehen) ist indessen herstellungsmäßig besonders günstig zu realisieren.

Fig. 3 zeigt nun eine Ausführungsform, bei der zwar - ebenso wie in Fig. 1 und 2 - die beiden die Umlenkzone 22a und den radial gerichteten Düsenaustritt 12a bildenden Flächen 24a, 25a des Gehäuses 10a bzw. des Tellers 17a jeweils (im Längsschnitt gesehen) Viertelkreisform aufweisen. Auch liegen die Krümmungsmittelpunkte der Flächen 24a, 25a, ebenfalls in Übereinstimmung mit Fig. 1 und 2, jeweils auf der Mantelfläche des Gehäuses 10a. Im Unterschied zu den Ausführungsformen nach Fig. 1 und 2 haben jedoch die beiden Viertelkreise mit den Radien  $R_2$  und  $R_1$  keinen gemeinsamen Mittelpunkt. Vielmehr sind die beiden Mittelpunkte - M und M' - um einen Betrag S in Richtung der Längsachse 15 des Gehäuses 10a zueinander versetzt. Hierdurch verringert sich in Strömungsrichtung (Pfeil 33) die lichte Weite der Umlenkzone 22a von  $b_{\max}$  am Beginn der Umlenkung bis zu  $b_{\min}$  unmittelbar am Austrittsschlitz 23a. Betrachtet man indessen die Querschnittsfläche des die Umlenkfläche 22a bildenden Ringkanals in Abhängigkeit vom Umlenkwinkel  $\alpha$  ( $0 - 90^\circ$ ), so ergibt sich - wie

Fig. 5 deutlich macht - ein Querschnittsminimum bei  $\alpha \approx 50^\circ$ . Die Ausführungsform nach Fig. 3 macht es dadurch möglich, den Laval-Effekt ohne zusätzliche Maßnahmen, d. h. ohne den speziellen Einbau konvergent/divergenter Rohrstrecken (wie nach Fig. 1 und 2), innerhalb des Umlenkbereiches zum Zwecke einer feinen Zerstäubung zu erzielen.

Fig. 4 zeigt eine Möglichkeit, wie die geometrischen Verhältnisse an der Umlenkzone 22, 22a bzw. am Düsenaustritt 12, 12a in einfacher Weise durch Änderung des Krümmungsmittelpunkt-Versatzes S variiert werden können. Der stangenförmige Einsatz 16 ist zu diesem Zweck in Richtung seiner Längsachse 15 verstellbar (oder einstellbar) ausgebildet. Die z. B. manuelle Betätigung des stangenförmigen Einsatzes 16 in Strömungsrichtung 33 erfolgt gegen den Widerstand einer Druckfeder 34, die eine Gleithülse 35 umgibt und sich axial an zwei Flächen 36, 37 abstützt. Durch die in Fig. 4 gezeigte Anordnung ergibt sich ein durch die Strecke a-b=c gekennzeichneteter maximaler Verstellweg. Der Verstellweg ist also einerseits durch die auf Blocklänge b zusammengedrückte Druckfeder 34 und andererseits durch einen Anschlag 38 begrenzt. Die Längsverstellbarkeit des stangenförmigen Einsatzes 16 kann einmal vorteilhaft zu Reinigungszwecken des Düsenaustritts dienen. Es ist aber auch denkbar, die Verstellbarkeit des stangenförmigen Einsatzes 16 automatisch zu gestalten, und zwar beispielsweise in Abhängigkeit vom Durchsatz der Düse, um auf diese Weise jeweils optimale Sprühbilder zu erzielen (Erhaltung der Überschallgeschwindigkeit des Flüssigkeits-Gas-Gemisches über einen weiten Arbeitsbereich).

In Figur 7 ist nun eine weitere sehr vorteilhafte Ausführungsform einer Zweistoff-Zerstäubungsdüse gezeigt. Hierbei bezeichnet 10 b das Düsengehäuse, welches einen seitlich angegossenen, der Flüssigkeitszuführung dienenden Stutzen 39 aufweist. Der Stutzen 39 besitzt für den Anschluß einer entsprechenden Flüssigkeitszuführung (nicht gezeigt) ein Innengewinde 40. Die Flüssigkeitszuführung erfolgt in Pfeilrichtung 41.

An seinem rückwärtigen Ende weist das Düsengehäuse 10 b ein Innengewinde 42 auf, in das ein insgesamt mit 43 bezifferter

Einsatz eingeschraubt ist. Der Einsatz 43 wird mit einem Bund 44 im Düsengehäuse 10 b zentriert und gegenüber diesem mit einer normalen Kupferdichtung 45 rechteckigen Querschnitts abgedichtet. Die Zuführung des Druckgases erfolgt in Pfeilrichtung 46. Für den Anschluß einer entsprechenden Druckgaszuführung (nicht gezeigt) besitzt der Einsatz 43 an seinem rückwärtigen Ende ein Innengewinde 47.

Wie Fig. 7 weiterhin zeigt, weist der Einsatz 43 in seinem mittleren Bereich eine Zwischenwand 48 auf, die durch mehrere in Umfangsrichtung hintereinander angeordnete koaxial gerichtete Bohrungen durchbrochen ist. In Fig. 7 ist eine dieser axialen Bohrungen erkennbar und mit 49 bezeichnet. Im Zentrum besitzt die Zwischenwand 48 des weiteren eine mit 50 bezifferte Gewindebohrung. Das Gewinde der Gewindebohrung 50 ist mit einer genauen Passung versehen. In die Gewindebohrung 50 ist ein mit 51 bezeichneter Teller eingeschraubt, der zu diesem Zweck einen entsprechenden Gewindezapfen 52 besitzt. Es handelt sich hierbei ebenfalls um ein Passungsgewinde. Hierdurch ist eine genaue Zentrierung des Tellers 51 im Düsengehäuse 10 b bzw. im Einsatz 43 gewährleistet.

Die in Pfeilrichtung 41 zugeführte Flüssigkeit durchströmt den angegossenen Stutzen 39 und gelangt am vorderen Ende einer mit 53 bezeichneten Zuführungsbohrung in einen Ringkanal 54, der innen durch die Außenwand des Einsatzes 43 und außen durch die Innenwand des Düsengehäuses 10 b begrenzt wird. Parallel und zunächst noch getrennt von dem flüssigen Medium strömt das gasförmige Medium, z. B. Druckluft, in Pfeilrichtung 46 durch den Innenraum des Einsatzes 43 bis zu dessen abgeschrägten vorderen Ende 55. Hier ist ein konvergent-divergenter Ringkanal für das gasförmige Medium ausgebildet, der außen durch die Schrägfläche 55 des Einsatzes 43 und innen durch die Schrägfläche 56 des Tellers 51 begrenzt wird. Bei 57 kommt es nun zur Vereinigung des innerhalb des Ringkanals 55, 56 auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigten gasförmigen Mediums mit dem durch den Ring-

25.02.81

kanal 54 in Axialrichtung 46 strömenden flüssigen Medium. Der Düsenaustrittsschlitz 23 b, durch den das Gemisch schließlich ins Freie austritt, stellt ebenfalls eine konvergent-divergente Strecke dar und wird gebildet einerseits durch den vorderen Abschluß 58 des Düsengehäuses 10 b und andererseits durch die bereits erwähnte Schrägfläche 56 des Tellers 51. Aufgrund dieser Gestaltung des Düsenaustrittsschlitzes 23 b ist gewährleistet, daß das aus der Düse austretende Gas-Flüssigkeits-Gemisch ebenfalls Überschallgeschwindigkeit aufweist.



- 17 -

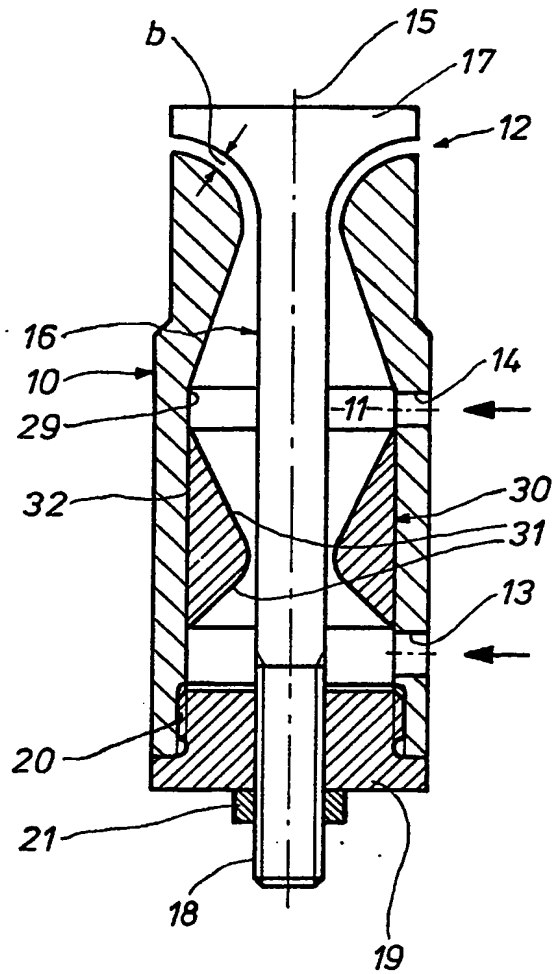


Fig. 2

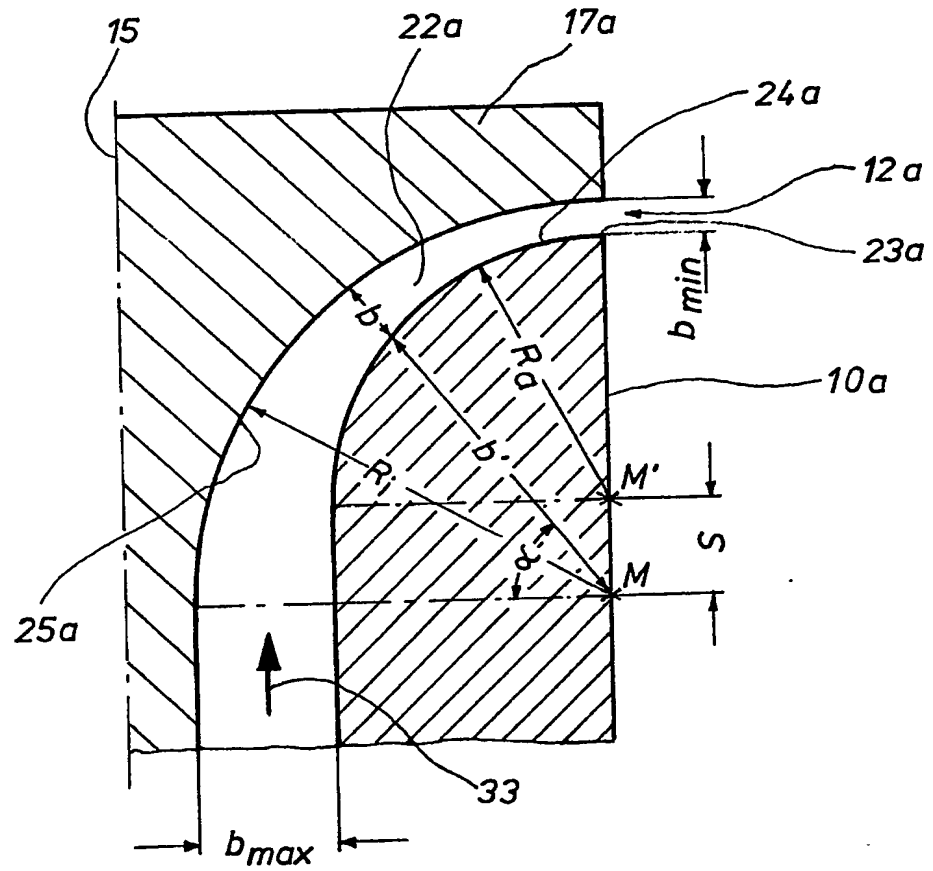


Fig.3

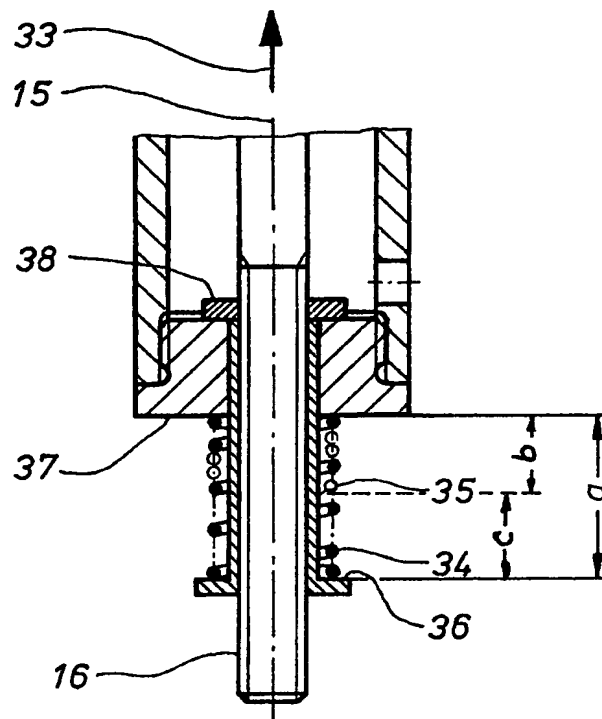


Fig.4

25.00.81

- 20 -

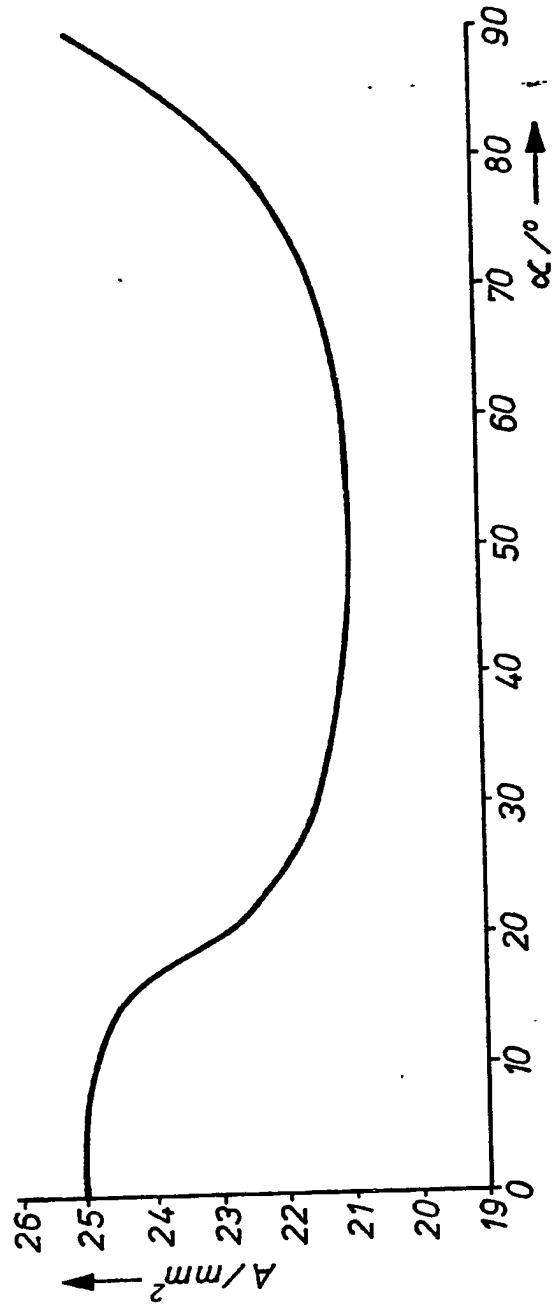
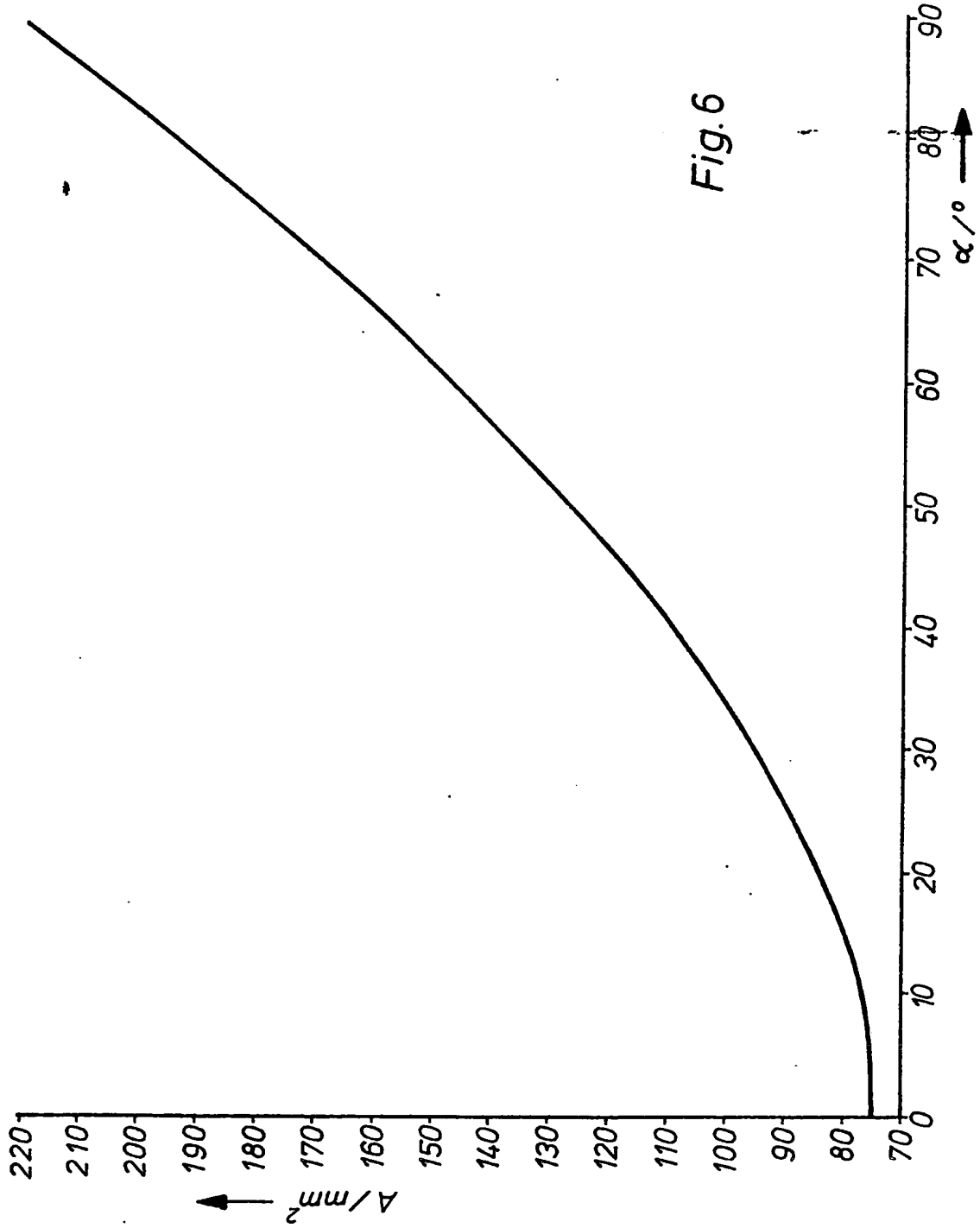


Fig. 5

3106962

25.00.81

- 21 -



25.00.81

- 22 -

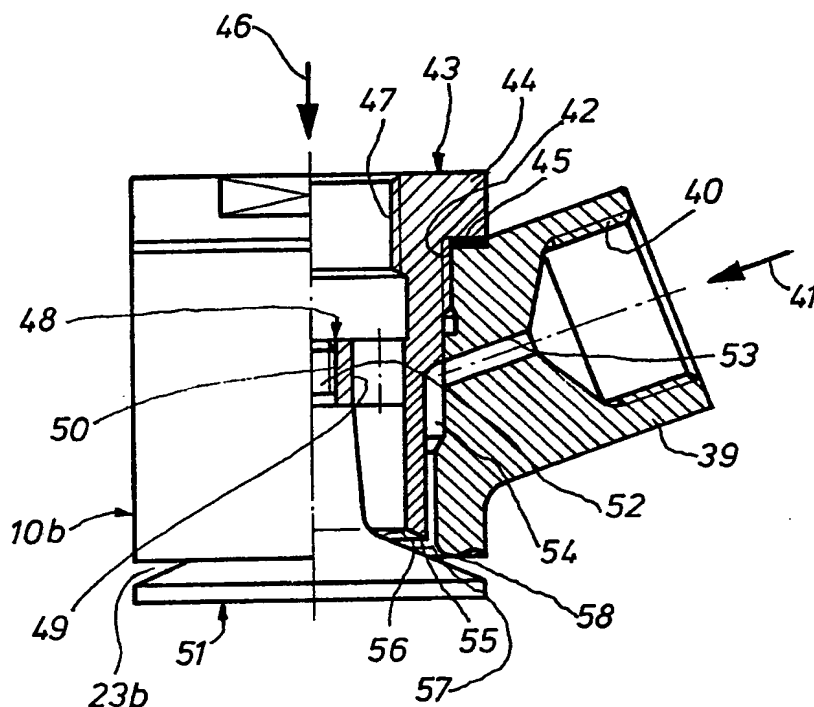


Fig.7

DOCKET NO: 2814/1-44  
SERIAL NO: 10/045,835  
APPLICANT: List et al.  
LERNER AND GREENBERG P.A.  
P.O. BOX 2480  
HOLLYWOOD, FLORIDA 33022  
TEL. (954) 925-1100